CONTRACT SERIAL NO. 23440-1-9013-01-SQ
CONTRACTOR: NORANDA MINES LIMITED

RAPPORT FINAL

DÉVELOPPEMENTS VISANT À REMÉDIER AUX PROBLÈMES AFFECTANT LES INSTRUMENTS D'ESSAI NON DESTRUCTIF DES CÂBLES D'ACIER

par

M. Hamelin
F. Kitzinger

Centre de Technologie Noranda
Octobre 1992

MICROMEDIA

22pp

1. Introduction

Ce rapport présente les résultats de travaux menés au Centre de Technologie Noranda dans le cadre d'un contrat de recherche effectué pour CANMET. Les objectifs du projet sont expliqués en détail dans le document intitulé "WORK STATEMENT" présenté en annexe 1. Les résultats seront introduits en fonction des objectifs fixés dans ce document. Un sommaire des réalisations en fonction des items contenus dans le plan de travail conclus ce rapport.

Le but principal du projet est d'automatiser autant que possible l'opération d'un instrument d'essai non-destructif des câbles d'acier. Ce procédé vise à éliminer ou réduire le risque d'erreur de la part de l'opérateur de l'instrument. L'automatisation de l'instrument a été rendu possible par le développement d'une console de contrôle digitale basée sur un ordinateur portatif utilisant le protocole standard IBM AT avec le système d'opération MS-DOS. Un logiciel dédié de présentation et d'analyse des données a été produit spécifiquement pour répondre aux problèmes propres au domaine de l'essai non destructif des câbles d'acier.

La technique consistant à utiliser les signaux des instruments basés sur des sondes à effet Hall pour mesurer la section métallique totale des câbles, par opposition à leur section métallique relative à un point de référence, est également présentée. La mesure de la section métallique totale constitue en fait une partie importante du procédé d'automatisation de l'instrument d'essai.

Plusieurs objectifs secondaires se sont ajoutés en cours de route, tel l'analyse du comportement magnétique du senseur par la méthode des éléments finis ainsi que le développement de méthodes de traitement de signaux améliorant la résolution de la réponse du senseur.

2. Automatisation d'un Instrument d'END des Câbles d'Acier

Le développement d'une console informatisée pour l'acquisition et le traitement des données jumelée à un instrument d'essai déjà existant représente l'aboutissement logique du projet de CANMET dans le domaine de l'évaluation non destructive des câbles d'acier. En effet, les conclusions de ce projet, contenues dans une série de rapports publiés par CANMET[1-25], indiquent que, bien que les algorithmes d'estimation de la perte de force représentent un point faible du procédé de diagnostique de l'état des câbles, la cause majeure d'erreur affectant les résultats des essais est de nature humaine. Les erreurs typiques incluent le mauvais positionnement du niveau de référence pour les mesures de perte de métal, un étalonnage erroné de l'instrument, ainsi qu'une mauvaise compréhension de phénomènes physiques reliés à l'instrument, tels que dérive du niveau de référence, faible résolution, constante de temps des intégrateurs, etc...

i-Techniques visant la réduction du risque d'erreur

Pour éliminer toute possibilité d'erreur de la part de l'opérateur, le nombre de manipulations nécessaires à la préparation de la mesure devrait être réduit autant que possible. Par exemple, avant le commencement de la mesure, une console automatisée pourrait demander à l'opérateur de procéder à quelques opérations simples telles que l'entrée d'informations concernant le câble et l'initialisation des lectures précédant le début de la mesure (e.g. lecture à vide). Tous les ajustements subséquents (i.e. ajustement de la plage et de l'échelle de chaque signal, sélection de la courbe d'étalonnage appropriée, etc...) peuvent être déduits à partir de ces informations, ou basés sur des procédures conventionnelles d'étalonnage. Ces fonctions peuvent être remplies par un système basé sur un ordinateur, tel que celui décrit dans les prochaines sections.

Les erreurs reliées à la nature relative des mesures disponibles actuellement (signal de perte de métal relatif à la meilleur section du câble) peuvent également être éliminées par l'interprétation plus poussée des signaux de certains instruments en service présentement. En effet, des essais en laboratoire ainsi que des analyses par ordinateur (les résultats de ces analyses sont présentées en détail en annexe 3) ont démontré la faisabilité de la mesure de la section métallique totale des câbles à l'aide des instruments capables de mesurer le flux magnétique total dans le circuit de magnétisation. Un de ces instruments, le Magnograph, a été développé par le Centre de Technologie Noranda à la fin des années 1970. Une description détaillée de cet instrument peut être trouvée dans la littérature[26]. La réalisation de la mesure de section métallique totale d'un câble remplie l'objectif II.2.4 du plan de travail.

ii-Composantes utilisées

Le système est construit autour de deux sections fonctionnelles. La première est constituée d'un module d'acquisition de données incluant un convertisseur A/D d'une capacité de 235,000 échantillons/seconde, d'un micro-processeur intel 80C186 et d'un processeur digital de signaux Motorola DSP56001. Cette section est responsable du traitement de signal devant être accompli en temps réel (i.e. linéarisation et filtrage des signaux). Quatre canaux d'échantillonnages sont utilisés : Section Métallique Totale, Défectuosités localisées, température et direction du câble. Un encodeur optique faisant partie de l'instrument original est utilisé pour déclencher une prise d'échantillon pour chaque 4mm de longueur de câble.

La seconde section est représentée par l'ordinateur-hôte du système. Cet ordinateur, basé sur le populaire microprocesseur intel 80386 accompli les tâches relatives à la présentation des données ainsi qu'au traitement successif à l'acquisition des données. Dans la version finale de l'instrument, cet ordinateur sera doté d'un clavier à membrane, d'un écran plat et d'un lecteur de cartes de mémoires. Les cartes de mémoires ont été préférées aux disquettes conventionnelles en raison de leur résistance aux conditions adverses. Ces cartes possèdent une capacité largement suffisante pour l'application considérée. L'unité de démonstration actuellement disponible comprend un clavier conventionnel (non scellé) et un lecteur de diskettes de 3.5 pce.

iii-Logiciel

Des logiciels dédiés ont été écrit pour traiter numériquement les signaux de même que pour interagir avec l'opérateur. La première étape du traitement de signal consiste à linéariser le signal représentant la section métallique totale à l'aide d'une fonction d'interpolation comprenant un minimum de 10 points. Cette opération constitue l'étalonnage automatique du signal mentionné dans la section II.2.2 du plan de travail.

Un algorithme original de traitement de signal est ensuite utilisé pour combiner les signaux TMA et LF ("Total Metallic Area" et "Local Fault" ou section métallique totale et défectuosités localisées) dans une seule trace représentant la section métallique locale du câble avec une résolution correspondant à la résolution du senseur LF. Cette technique utilise entre autres un filtre de type FIR ainsi qu'une procédure d'intégration. L'obtention d'un tel signal devrait grandement faciliter le développement de techniques d'automatisation de l'analyse des résultats (item II.2.1 du plan de travail). De plus, la quantification du signal LF ainsi obtenue représente une procédure d'étalonnage tel que mentionné à l'item II.2.5 du plan de travail.

Le logiciel d'interface avec l'opérateur a été conçu de façon à minimiser les possibilités d'erreur de la part de celui-ci. Avant le début de la mesure, l'opérateur doit indiquer certaines informations pertinentes concernant le câble (i.e. type de construction, poids linéaire et nombre de brins). Selon le type de câble sous essai, une courbe de linéarisation appropriée est sélectionnée par l'ordinateur. Le poids linéaire spécifié est utilisé pour ajuster l'échelle du signal TMA de façon à montrer à l'écran des pertes de métal variant de 0 à 15%. Finalement, le rapport de la masse métallique d'un seul brin sur la masse métallique du câble est utilisé pour ajuster l'échelle du signal LF de sorte qu'un brin brisé apparaisse clairement à l'écran. Les deux dernières opérations affectent seulement l'affichage des données à l'écran, les données placées en mémoire étant constituées des données brutes (TMA absolue, voltage correspondant au signal LF et distance par rapport à l'origine). Le convertisseur A/D possède une résolution suffisante pour digitaliser tous les signaux spécifiés (câbles de 0.5 à 2.5 pce de diamètre) avec une précision suffisante (0.5%) sans ajustement du circuit d'amplification.

Une fois que cette information est transmise à l'ordinateur, l'opérateur doit prendre une lecture à vide. Cette opération est accomplie simplement en pressant une touche du clavier lorsque la demande en est faite, après s'être assuré que le senseur ne contient aucun objet métallique. Le câble est alors placé dans le senseur et la mesure peut commencer. Le signal de section métallique totale peut être indiqué à l'écran en unités absolues (kg/m) ou relatives (% de perte par rapport au câble neuf ou par rapport à la meilleur section). La direction du câble peut être changée en tout temps, la distance entre le point de départ et le point de mesure actuel étant constamment réajustée.

Lorsque la mesure est terminée, les données sont placées dans un fichier binaire. Ces données peuvent être visualisées à l'aide d'un logiciel d'analyse de données commercial (e.g. DaDisp par DSP Development Corp) ou du logiciel responsable de l'acquisition des données. Ce logiciel a en effet été doté de fonctions simples pour visualiser les données en utilisant divers facteurs d'agrandissement ou de localiser automatiquement les minima du signal TMA, remplissant ainsi partiellement l'item II.2.1 du plan de travail.

3.Séminaire sur l'Évaluation Non-Destructive des Câbles d'acier par la Méthode Électro-Magnétique

Tel que convenu dans le plan de travail (item II.1), un séminaire a été organisé pour présenter les résultats des travaux les plus récents dans le domaine de l'évaluation non-destructive des câbles d'acier (principalement les résultats obtenus par CANMET et Noranda). Ce séminaire, tenu les 10 et 11 mars 1992 au Centre de Technologie Noranda, a attiré 27 experts provenant autant d'organismes gouvernementaux (U.S. Dept of Labor, CANMET, CSST, CRM, Ontario ministry of Labor) que de compagnies de service (Rodier, Hawlking) et d'opérations minières (Inco, Noranda, Falconbridge, etc...). Une liste des participants de même que l'agenda de ce séminaire sont présentés en annexe 2. Les commentaires recueillis des participants ont été très positifs, la majorité des personnes présentes convenant de la nécessité de réduire les possibilités d'erreur humaine dans les procédures d'évaluation des câbles.

4. Sommaire des Réalisations

Voici la liste des items contenus dans le plan de travail avec un bref commentaire explicatif des réalisations accomplis dans ce domaine :

A) Le contracteur devra assimiler en détail les résultats obtenus par CANMET.

- Les rapports de CANMET concernant l'essai non destructif des câbles d'acier ont été étudiés, et les résultats utilisés dans les travaux du contracteur.

B) Travaux orientés vers les utilisateurs et les instruments.

II.1 Le contracteur devra organiser un séminaire pour dévoiler les résultats obtenus lors du projet.

- Le séminaire a été tenu les 10 et 11 mars 1992 et peut être considéré comme un succès autant par le nombre et la qualité des participants que par le contenu des présentations.

II.2.1 Informatisation de l'analyse des données.

- Cette tâche représente en soi un projet majeur et constitue le prochain défi dans le domaine de l'essai non destructif des câbles. Alors qu'il serait exagéré de prétendre que le présent contrat ait donné lieux à des développements majeurs dans ce domaine, on peut toutefois affirmer que les travaux accomplis ont préparé la voie pour les développements futurs. En effet, la disponibilité d'une console digitale est nécessaire pour tout travaux sérieux en ce domaine, et les réalisations accomplies lors de ce contrat représente la première étape dans cette direction. Certaines parties des logiciels écrits dans le cadre de ce contrat représentent des améliorations notables pour l'analyse des données, tel que la localisation automatique des minima du signal TMA.

II.2.2 Automatisation de l'étalonnage du signal LMA (TMA).

- Ceci est accompli par logiciel, la seule intervention de l'opérateur consistant à indiquer le type de câble sous essai.

II.2.3 Automatisation de l'enregistrement des paramètres de mesure.

- Toutes les informations pertinentes (i.e. type de câble, poids linéaire original, nombre de brins) sont placées dans le fichier contenant les résultats des mesures.

II.2.4 Développer le procédé de mesure de la section métallique totale

- Bien que des essais en site miniers seront nécessaires pour caractériser sa précision, cette mesure a été démontrée avec succès avec des câbles et tiges d'acier de divers diamètres au Centre de Technologie Noranda.

II.2.5 Développer un procédé d'étalonnage pour le signal LF.

- Le gain du signal LF est constant dans la nouvelle version du Magnograph, donc aucun étalonnage n'est nécessaire. L'échelle utilisée pour l'affichage à l'écran est ajustée en fonction du nombre de brins présents dans le câble, ce qui n'affecte pas l'information mémorisée.

II.2.6 Développer un mécanisme d'alarme lorsque l'instrument atteint la saturation.

- La sortie du signal TMA est linéarisée sur la totalité de la plage d'opération de l'instrument. De plus, puisque le gain du circuit électronique d'amplification est fixe, un tel mécanisme d'alarme n'est pas nécessaire.

II.2.7 Développer une technique pour empêcher le signal d'excéder les limites.

- Puisque la plage d'entrée du convertisseur A/D est ajustée à la plage de sortie de l'amplificateur des sondes à effet Hall, le signal n'excédera jamais les bornes fixées au départ.

II.2.8 Tout développement jugé pertinent par l'autorité scientifique.

- Une analyse par ordinateur du comportement magnétique du senseur a été effectuée. Les résultats de cette analyse sont présentés dans l'annexe 3 de ce rapport. Un des buts principaux de l'analyse était de vérifier la précision de la mesure de section métallique totale sous certaines variations des paramètres de mesure (e.g. type d'acier et température).

- Une technique originale de traitement de signal a été développée pour augmenter la résolution du signal de section métallique totale.

C) Le contracteur devra expliquer en détails les modalités de mise en application de ces développements.

- Ceci a eté accompli lors de réunions périodiques tenues durant toute la période couverte par le projet.

D) Le contracteur devra mettre en application ces développements dans un instrument existant.

- Le Magnograph a été choisi comme base de développement d'un prototype incluant les améliorations présentées dans ce rapport. Une unité de démonstration a été assemblée et démontrée avec succès lors du séminaire sur l'essai non destructif des câbles d'acier.

E) Le contracteur devra démontrer les performances de l'instrument lors d'essai in-situ et en usine.

- L'unité de démonstration n'étant pas suffisamment résistante aux intempéries pour des essais in-situ, de tels essais ont été remis à une date ultérieure, lorsque le prototype de l'instrument présentement en développement sera complété.

5. Conclusion

L'automatisation d'un instrument d'essai non destructif des câbles d'acier a été démontrée en laboratoire. L'unité de démonstration utilisée à cette fin inclus un module d'acquisition de données disponible commercialement relié à un ordinateur portatif. Des logiciels dédiés pour le traitement et la présentation des données ont été écrit. Une analyse du comportement magnétique de la sonde du Magnograph a également été acomplie par la méthode des éléments finis. Les résultats de ces travaux ont été présenté lors d'un séminaire regroupant des utilisateurs autant que des concepteurs d'instruments d'essai magnétiques provenant des états-unis et du canada.

6. Références

1. Geller, L.B. Udd,J.E., and Mitchell,E.W. "Comparative evaluation of mine-shaft wire-rope NDT instruments : a search for, an analysis of, background information - contribution to the Canada/USBM/Ontario MOL joint R&D program"; CANMET Div. Rept. MRL 88-78, 139 p.; July 1988.

2. Geller,L.B, Anderson,G.L, Miscoe,A.J, and Mitchell,E.W. "The safety of mine-shaft wire-ropes - cooperative work by Canada and the U.S.A"; CANMET Div. Rept. MRL 89-14, 28 p.; February 1989.

3. Geller,L.B.,Udd,J.E.,Blanchard,R.;and Daniel,K.E. "About electro-magnetic wire-rope testing in New-Brunswick mines, and related data"; CANMET Div. Rept. MRL 89-40, 51 p.; October, 1989.

4. Geller,L.B., and Rousseau,G. "Effect of trapped wire-rope debris upon an EM instrument's LMA chart-trace"; CANMET Div. Rept. MRL 90-08, 29 p; February 1990.

5. Rousseau,G, and Geller,L.B. "Etude des performances de deux instruments électromagnétiques pour détecter les défaults localisés (LF) dans les câbles d'acier"; CANMET Div. Rept. MTL 91-33, 40 p.; Avril 1991.

6. Geller,L.B., Rousseau,G., and Poffenroth,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing ; stranded ropes with artificial defects"; CANMET Div. Rept. MRL 90-015, 117 p.; February 1990.

7. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 1/4 in. FLC. H.R. (our rope #4)" ; CANMET Div. Rept. MRL 90-044, 76 p. May 1990.

8. Geller,L.B., Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Evaluation of EM rope testers : Canada/US joint work" ; CANMET Div. Rept. MRL 90-052, 24p. June 1990.

9. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 7/16 in. FLC. H.R. (our rope #5)" ; CANMET Div. Rept. MRL 90-053, 46 p. June 1990.

10. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 7/8 in. 34X7 NR. T.R. (our rope #9)" ; CANMET Div. Rept. MRL 90-060, 48 p. July 1990.

11. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 7/8 in. 34X7 NR. T.R. (our rope #12)" ; CANMET Div. Rept. MRL 90-069, 30 p. July 1990.

12. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 1/2 in. 60X30 NR. H.R. (our rope #7)" ; CANMET Div. Rept. MRL 90-071, 128 p. August 1990.

13. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1.000 in. H.R. (our rope #1)" ; CANMET Div. Rept. MRL 90-131, 43 p. December 1990.

14. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1.000 in. 6X27 FS H.R. (our rope #2)" ; CANMET Div. Rept. MRL 91-001, 30 p. January 1991.

15. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 3/4 in. 6X25 RS H.R. (our rope #10)" ; CANMET Div. Rept. MRL 91-002, 30 p. January 1991.

16. Geller,L.B. and Kitzinger,F. "Techniques to better exploit the possibilities of wire-rope testing with electro-magnetic instruments"; CANMET Div. Rept. MRL 91-003, 70 p.; January 1991.

17. Rousseau,G., and Geller,L.B. "Analysis of the NDT reports relating to the June 23, 1990, hoist-rope failure in Elliot Lake, Ontario"; CANMET Div. Rept. MRL 91-019, 23p. March 1991.

18. Geller,L.B. and Udd,J.E. "NDT of wire ropes with EM instruments - an examination of operational conditions in Canada"; CANMET Div. Rept. MRL 91-019, 23 p. March 1991.

19. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 7/8 in. 1X90 LC H.R. (our rope #13 and #14)" ; CANMET Div. Rept. MRL 91-044, 50 p. April 1991.

20. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 3/16 in. 1X136 FLC H.R. (our rope #3)" ; CANMET Div. Rept. MRL 91-054, 25 p. May 1991.

21. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 7/16 in. 1X176 FLC H.R. (our rope #6)" ; CANMET Div. Rept. MRL 91-055, 27 p. May 1991.

22. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 5/8 in. 18X7 NR T.R. (our rope #8)" ; CANMET Div. Rept. MRL 91-057, 18 p. June 1991.

23. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 2 1/4 in. 34X7 NR T.R. (our rope #11)" ; CANMET Div. Rept. MRL 91-062, 36 p. June 1991.

24. Geller,L.B.,Poffenroth,D.,Udd,J.E., and Hutchinson,D. "Canada/NB MDA project on mine-shaft rope testing; testing of 1 11/16 in. 33X7 NR with artificial defects (our rope C and D)" ; CANMET Div. Rept. MRL 91-073, 32 p. July 1991.

25. Geller,L.B. and Rousseau,G "An evaluation of the EM instruments' Loss-of-Metallic-Area (LMA) signals"; CANMET Division Report MRL 91-100, 76 pp; June 1992.

26. Kitzinger,F and Wint, G.A.- U.S Patent 4,096,437 (June 1978).-Magnetic Testing Device for Detecting Loss of Metallic Area and Internal and External Defects in Elongated Objects.

ANNEXE 1

PLAN DE TRAVAIL

Title: Development work to remedy problems with mine-shaft wire-rope NDT instrument measurement techniques

WORK STATEMENT

(A) The Contractor shall thoroughly acquaint himself with the results of CANMET's project, Phase I, (Contracts #7-9142 and #9-9188) on "NDT of mine-shaft wire-ropes — comparative instrument evaluations". Results are available, at nominal cost, in a series of CANMET reports, including: MRL #88-78; #89-14; #89-40; #90-08; #90-15; #90-44; #90-52; #90-53; #90-60; #90-69; and #90-71; as well as MTL #90-46 (in French).

(B) The contractor shall, in close cooperation with the Scientific Authority, address the following major user- (II.1) and hardware-oriented (II.2) work-stages:

(II.1) — user oriented work-stage:

The Contractor shall organize, and execute, a 2-3 day seminar/work-shop to thoroughly familiarize the mining fraternity and the mine-regulatory authorities with the results of both Phases I and II of this CANMET project. In particular the Contractor shall detail results substantiating the need for a much wider pool of independent expertise, at operational levels, of EM instrument chart evaluation techniques. Seminar/work-shop location to be readily accessible to Québec project participants.

(II.2) — hardware oriented work-stage:

The Contractor shall develop, and execute, improvements to any, or all, of the commercially available EM testers previously evaluated in Phase I of this CANMET project. These improvements shall include some, or all, of the following:

(II.2.1) computerization, as far as feasible, of test-data analysis (e.g., pattern-recognition techniques, and the like);

(II.2.2) automation, as far as feasible, of instrument's LMA-signal calibration, to avoid human errors (e.g., menu driven programs, and the like);

(II.2.3) automation, as far as feasible, of suitable process to put on record the instrument's calibration set-up;

(II.2.4) develop the process of total metallic cross-sectional area measurement with EM testers, and automate it as far as feasible;

(II.2.5) develop calibration process for the instrument's LF signal, and automate it as far as feasible;

(II.2.6) develop appropriate visual warning-signals, as well as permanent chart-recording of such an event, whenever the instrument's electronic-circuit reaches saturation, i.e., whenever the data produced have been rendered meaningless;

(II.2.7) develop automatic means to prevent the recorder-pen from wandering off the strip-chart, or at least means to reset pen by a known %LMA amount once pen is seen to have exceeded chart-width;

(II.2.8) any additional improvements the Contractor may wish to recommend, and the Scientific Authority accepts, for development and incorporation.

(C) The Contractor shall explain, in full detail, how he proposes to achieve the desired improvements selected from among the list of point **(B)** above;

(D) The Contractor shall incorporate the chosen improvement(s) into the design of the selected EM instrument(s);

(E) The contractor shall demonstrate the performance of the redesigned EM instrument(s) by means of in situ as well as shop-floor tests, on a range of wire-ropes. Test-sites, test-ropes, and other test-details to be arranged in consultation with the Scientific Authority.

Deliverables:

Progress reports every three months, and six copies of the final report, written in good English with executive summaries in both English and French. Free access to, and use of, improved EM instrument(s) for pre-arranged time periods, the latter not to exceed 4 weeks in each six month period over the three years following completion of CANMET contract.

Delivery date: March 31, 1992

Estimated Cost: - $197,000.00

Scientific Authority:

L.B. Geller, MRL. EM&R Canada, tel: (613) 996 7255, FAX: (613) 996 2597

Suggested contractor:

Noranda Technology Centre, 240 Hymus Blvd., Pointe-Claire, Que., H9R 1G5. Attention: Mr. Jacques Nantel, Manager, Environment & Mining Laboratory, Tel: 514)

Rationale for Sole Source:

The expertise required for the difficult tasks involved in this contract is in very short supply world wide, especially on a multi-instrument, independent, R&D basis. Noranda provided much valuable guidance and expertise during Phase I of CANMET's wire-rope project. We know of noone else in Canada with a comparable amount of independent and wide-ranging expertise, plus demonstrated ability, in both practical as well as theoretical matters. All of the foregoing are needed to successfully tackle the unusually difficult tasks we call for.

ANNEXE 2

SEMINAIRE SUR L'ESSAI NON-DESTRUCTIF DES CÂBLES D'ACIER PAR LA MÉTHODE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE

LISTE DES PARTICIPANTS

SÉMINAIRE SUR L'ESSAI NON-DESTRUCTIF DES CABLES D'ACIER

NORANDA

M. Michel Charette
Mécanicien en Chef
Mines Silidor Inc.

Mr. Fred J. Corcoran
Plant Superintendent
Central Canada Potash Division

Mr. Rick J. Geren
Director, Plant Engineering & Maintenance
Noranda Minerals Inc.

Mr Allan J.Guse, P.Eng.
Mechanical Engineer
Falconbridge Kidd Creek Mines

Mr. D. Kerr
Westmin Resources Ldt

Mr. Robert Lennon
Mech. Maintenance Supervisor
Brunswick Mining and Smelting Corp.
Mining Division

Mr. Terry Newmann
Electrical Analyst
Brunswick Mining and Smelting Corp.
Mining Division

Mr. Thomas O'Shea
Maintenance Foreman
Brunswick Mining and Smelting
Heath Steele Div.

M. Roger Ouelette
Surintendant à l'Entretien
Minnova Inc
Division Lac Dufault

M. Michel Hamelin
Scientifique
Centre de Technologie Noranda

Mr Frank Kitzinger
Principal Scientist
Centre de Technologie Noranda

M. J.C. Viens
Scientifique
Centre de Technologie Noranda

AUTRES

Mr. John C. Adams
Sr. Maintenance Planner
Potacan Mining Co. Ltd

Mr. Tom Carter
Manager, Mechanical/Electrical Engineering
Resource Management Branch
British Columbia Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources

M. Roger Demers
Service de Technologie Minière
Centre de Recherches Minérales

Mr. Marcel Djivre
Mining Health and Safety Branch
Ontario Ministry of Labour

M. Michel Fiset
Professeur
Département Mines et Métallurgie
Pavillon Adrien Pouliot
Université Laval

Mr Kirk Fletcher - President
Halkin Testing of Canada Inc

Mr J. Wallace Fletcher
Consultant
Halkin Testing of Canada Inc

Mr Lorant Geller
Research Scientist
CANMET - MRL

Mr. L. Hofmeister
NDT Specialist
Inco Ltd

Mr. Peter Marinigh
Heath and Sherwood (1964) LTD

M. Bernard Paquet
CSST

M. Michel Rodier,T.P.
Président
Service d'Inspection Rodier

M. Gilles Rousseau
Scientifique
CANMET - MTL

Mr. Dave Simms
Heath and Sherwood (1964) LTD

Mr Ed Sullis
Superintendent
Placer Dome Inc

AGENDA

WORKSHOP ON NON-DESTRUCTIVE WIRE-ROPE TESTING WITH EM INSTRUMENTS

HELD AT THE NORANDA TECHNOLOGY CENTER, 240 HYMUS BLDV, POINTE-CLAIRE,QUE. MARCH 10-11, 1992

Tuesday March 10, 1992

9:00 - 9:30	Words of welcome by Jacques Nantel, NTC
9:30 - 10:00	Overview of wire-rope NDT with EM instruments Gilles Rousseau, CANMET (in French)
10:00 - 10:15	Question period
10:15 - 10:30	Coffee
10:30 - 11:00	Practical aspects of Magnograph usage Frank Kitzinger, NTC (in English)
11:00 - 11:30	Rope damage as reflected by EM charts vs visual inspection George Delorme, Wire Rope Industries (in English)
11:30 - 12:00	Practical experience with rope failures and near failures in Quebec Roger Demers, CRM (in French)
12:00 - 13:00	Lunch (complimentary)
13:15 - 14:00	Major LMA test results of CANMET project Lorant Geller, CANMET (in English)
14:00 - 14:15	Question period
14:15 - 14:45	Practical experience with rope failures and near failures in New-Ontario Marcel Djivre, Ontario Ministry of Labour
14:45 - 15:15	A study of the magnetic circuit of the Magnograph as a basis of improved wire rope testing Michel Hamelin, NTC (in French)
15:15 - 15:30	Coffee
15:30 - 16:00	Questions and discussions

Wednesday, March 11, 1992

9:00 - 9:30	The practical significance of the LMA and LF instrument signals Gilles Rousseau, CANMET
9:30 - 10:00	Practical implementation of desirable EM instrument features Frank Kitzinger, NTC (in English)
10:00 - 10:15	Coffee
10:15 - 11:00	Demonstration of computerized EM measurements Michel Hamelin and Frank Kitzinger, NTC
11:00 - 11:30	Some thoughts about future developments in computerized EM testing of LMA. Michel Hamelin, NTC
11:30 - 12:00	Some thoughts about future developments in computerized EM testing of LF. Gilles Rousseau, CANMET
12:00 - 13:00	Lunch (complimentary)
13:15 - 16:00	Questions, discussions, visit to Wire Rope Industries for those interested.

ANNEXE 3

RAPPORT : OPTIMISATION D'UN INSTRUMENT D'ESSAI NON DESTRUCTIF DES CÂBLES D'ACIER PAR LA MÉTHODE DES ÉLÉMENTS FINIS